

permitido el desarrollo de equipos capaces de analizar el espectro en bandas diferentes y estrechas, pudiendo denominarse sensores "multiespectrales" que son los de uso más generalizado en teledetección espacial. Un buen ejemplo de estos avances es la elevadísima resolución espectral del sensor P.M.I. (Programmable Multiespectral Imager) que puede ser programado en 288 ventanas del espectro visible e infrarrojo próximo, aunque es un tipo de sensor más utilizado en trabajos de campo de laboratorio.

La "*resolución radiométrica*" hace alusión, en cambio, al grado de susceptibilidad del sensor, es decir, a su capacidad para detectar las variaciones en la intensidad de la energía que llega hasta él. El campo de valores numéricos en que se traduce la intensidad es su resolución radiométrica y, en la mayoría de los satélites de reconocimiento oscila entre 0 y 255.

En definitiva, para obtener las mejores prestaciones en los datos proporcionados por los satélites, el pixel debe ser cada vez más pequeño y las bandas más numerosas y estrechas, residiendo, por lo tanto, la versatilidad de aquellos en la elección de un acertado compromiso entre la altura y tipo de la órbita (resolución temporal), la dimensión del pixel (resolución espacial) y la amplitud y número de bandas espectrales (resolución espectral).

Los tipos de Documentos más frecuentes.

Del tratamiento de los datos obtenidos por los satélites espaciales de observación de la Tierra, se pueden obtener un conjunto de productos analógicos entre los que destacan:

- Fotografías convencionales en B/N
- Restituciones fotográficas en B/N.
- Imágenes en "falso color"
- Cartografía temática asistida por ordenador

Las fotografías convencionales tomadas desde el espacio no se diferencian en nada de las realizadas por cualquier cámara fotográfica, salvo por la calidad técnica de las cámaras utilizadas. La fotografía espacial es, pues, idéntica a la efectuada desde aviones, si bien la altura del satélite permite la observación de grandes extensiones de nuestro planeta. Sin embargo, su realización está condicionada al regreso de la plataforma espacial y, por consiguiente, su uso se limita casi exclusivamente a los vuelos espaciales tripulados. (Imagen 18).

Las restituciones fotográficas en B/N proceden del tratamiento por ordenador de los datos captados por los sensores digitales. Estos, como ya hemos visto, captan la respuesta

espectral de los objetos para diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético (azul, rojo, infrarrojo térmico...), pero, en este caso, no sensibilizan una película fotográfica sino que son convertidas en señales eléctricas según su intensidad, las cuales serán almacenadas o transmitidas de forma digital para construir las imágenes (pixel a pixel). Esta información, que puede visualizarse en los centros de tratamiento (consolas, impresoras...), también puede utilizarse para sensibilizar películas fotográficas (a posteriori), que recojan analógicamente el resultado de la visualización. El resultado de este proceso (denominado "restitución", aunque este término se presta a confusión con el proceso de "restitución fotográfica", con pares estereoscópicos), es un producto fotográfico parecido al anterior, pero el proceso de manipulación informático de los datos lo convierte en una "imagen", donde la restitución se realiza punto a punto y en líneas sucesivas que se corresponden con el barrido del sensor sobre la superficie terrestre. Cuando se trata de sensores multiespectrales este proceso de restitución puede realizarse sobre cualquiera de las bandas registradas, siendo posible elaborar, por ejemplo, a través de este procedimiento, un producto fotográfico que permita la visualización de la banda térmica, imposible de conseguir por procedimientos estrictamente fotográficos debido a los límites en la sensibilidad espectral de las emulsiones existentes en la actualidad.

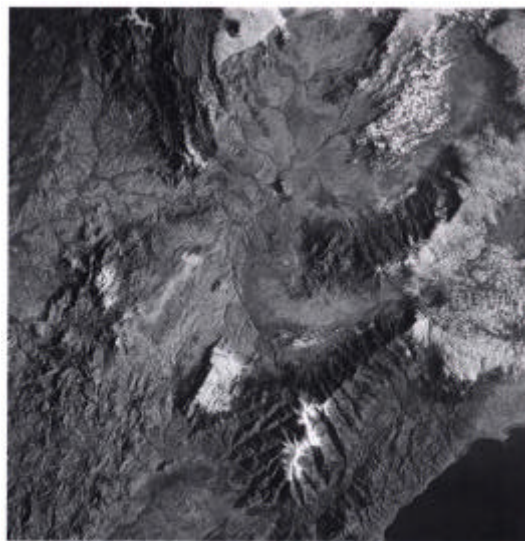
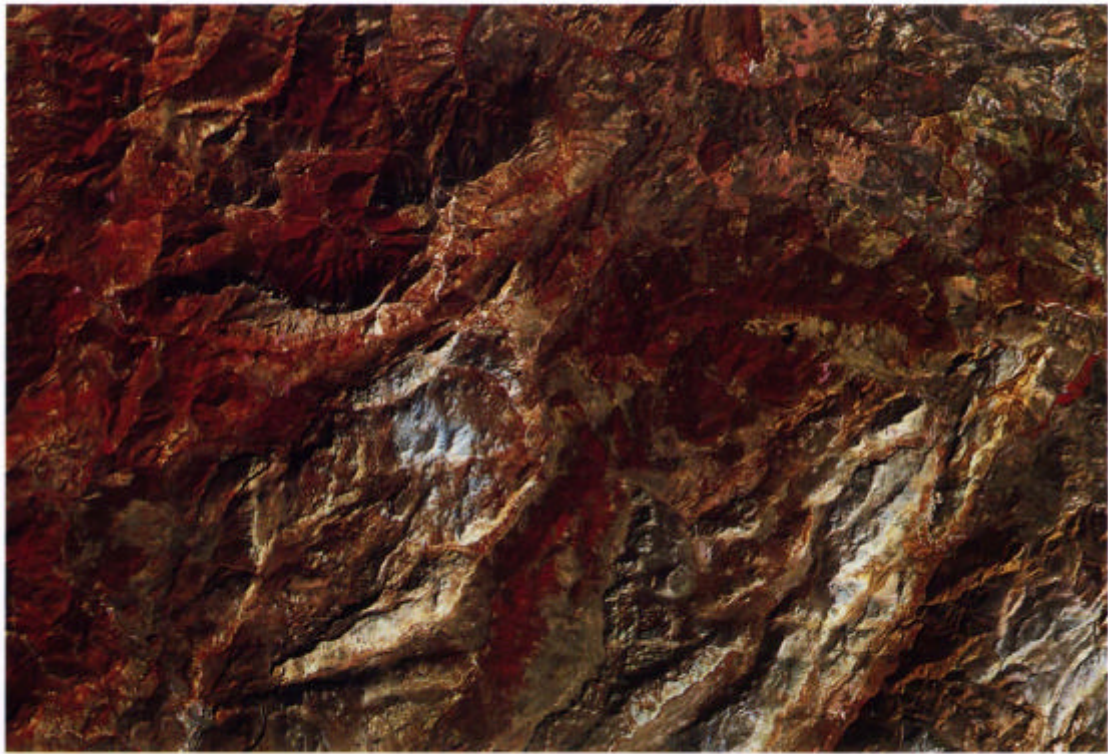


Imagen 18: Fotografía espacial tomada con una cámara métrica con resolución espacial de 20 metros. Sector Granada-Almería.

Pero, como vimos con anterioridad, los datos de los sensores no sólo puede visualizarse en blanco y negro, sino que estos valores numéricos también pueden restituirse en color, utilizando tres de las bandas registradas por el sensor a las que se les asignan las tablas de color creadas por el ordenador para los colores primarios azul, verde y rojo. Como el resultado visual es una imagen en color donde estos no se tienen por qué corresponder con la realidad, se les denomina imágenes en "falso color", aunque la manipulación por ordenador y la elección de las bandas adecuadas permiten también obtener visualizaciones muy semejantes a las apreciadas por nuestros ojos. De la misma forma que en el caso anterior estas visualizaciones pueden restituirse en

productos fotográficos (papel, negativos...), los cuales constituyen unos de los productos más difundidos entre los proporcionados por los satélites de reconocimiento de recursos naturales. En ellos, la cantidad de información se multiplica respecto a las imágenes en B/N, dado que, en estas, las posibilidades de tonalidades de gris no pasan de 256, mientras los tonos de color se pueden elevar, según el procedimiento empleado, hasta 16.000.000. (Imagen 19).



*Imagen 19: Falso color, Parque Natural de Grazalema
restituída mediante un fotoplotter láser.*

Un último tipo de productos derivados de los datos proporcionados por los sensores embarcados en las plataformas espaciales, son los derivados de los procesos de tratamiento y clasificación. Este apartado recoge, desde las simples restas o sumas de los datos referidos a diferentes bandas (índices), hasta las aplicaciones basadas en complejos algoritmos que transforman la imagen original en busca de una información concreta, acerca de fenómenos particulares (tipos de cultivos, temperatura del agua...). En estos casos, los valores numéricos originales de los píxeles aparecen agrupados en clases para las que se crea una "leyenda" sobre una imagen simplificada desde la perspectiva de su taxonomía espacial. En estos casos, se trata realmente de una imagen "interpretada", de una verdadera cartografía temática asistida por ordenador. Obviamente, los resultados de estos tratamientos pueden restituirse posteriormente también a través de impresoras, plotters, emulsiones fotográficas, etc.

Los tres primeros productos pueden ser adquiridos directamente en los principales centros de distribución de los datos originales (NASA, ESA, SPOTIMAGE...), los cuales ofrecen una gran versatilidad en la elección, por parte del usuario, de los canales, las combinaciones de bandas, las escalas y el tipo de soporte. Generalmente estos productos son sometidos a pequeños tratamientos para mejorar su calidad visual y su fácil acceso y la posibilidad de aplicarles técnicas de interpretación visual, les proporciona un significativo interés. El cuarto producto, está lógicamente ligado a la disponibilidad de un equipo informático adecuado, y para su obtención se necesita una especialización en las técnicas de tratamiento y clasificación de imágenes, por lo que su difusión es más restringida, aunque en los últimos años está sufriendo un espectacular despegue debido a la comercialización de una mayor variedad de equipos de tratamiento a coste más asequible para numerosos centros de investigación.